

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-45482

(P2001-45482A)

(43) 公開日 平成13年2月16日 (2001.2.16)

(51) Int.Cl.

識別記号

F I

テレポート (参考)

H 0 4 N 7/30
1/41
1/413

H 0 4 N 7/133
1/41
1/413

Z 5 C 0 5 9
B 5 C 0 7 8
Z 9 A 0 0 1

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平11-212725

(22) 出願日 平成11年7月27日 (1999.7.27)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 岸 裕樹

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

(74) 代理人 100076428

弁理士 大塚 康徳 (外2名)

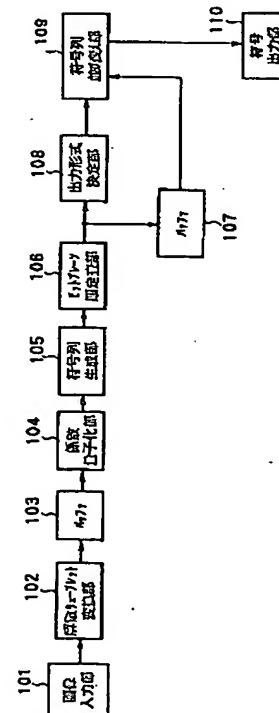
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理装置及び方法

(57) 【要約】

【課題】 一部の符号化データから早期に画像の概略を効率良く認識できる様にすると共に、圧縮効率の良い階層符号化を可能にする。

【解決手段】 画像データを離散ウェーブレット変換部102により周波数帯域毎の複数のサブバンドに分割する。符号列生成部105では、各サブバンドの分割数を順次変更するとともに、この分割によって生成される各領域に符号化パラメータを割り当て符号化し、符号長を比べることで最適な分割数を決定し、各領域を構成する各係数を可変長符号化する。そして、符号列並び換え部109は、可変長符号化データの各ビットを、各係数の同じ桁のビットから構成される複数のビットプレーンに分配し、符号出力部110は各ビットプレーンを階層的に順次出力する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 画像データを周波数帯域毎の複数のサブバンドに分割する第1の分割手段と、
該第1の分割手段で得られた各サブバンドを、複数の領域に分割する第2の分割手段と、
該第2の分割手段で得られた各領域毎に、符号化パラメータを割り当てる割り当て手段と、
該割り当て手段により割り当てた符号化パラメータに基づいて、前記各領域を構成する各係数を可変長符号化できる可変長符号化手段と、
該可変長符号化手段により得られた各係数の可変長符号化データの各ビットを、各係数の同じ桁のビットから構成される複数のビットプレーンに分配し、該複数のビットプレーンを階層的に順次出力する階層的出力手段とを備えることを特徴とする画像処理装置。

【請求項2】 前記第1の分割手段は、分割した各波数帯域における低周波帯域のサブバンドを再帰的に分割することを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。

【請求項3】 前記第1の分割手段の分割には、ウェーブレット変換を用いることを特徴とする請求項2に記載の画像処理装置。

【請求項4】 前記第2の分割手段は、前記第1分割手段で得られた各周波数帯域の内容に基づいて、複数の領域への分割方法を選択することを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。

【請求項5】 前記第2の分割手段は、各領域の分割数を段階的に変化させ、
前記割り当て手段は、各分割の段階において定義される各領域に所定の符号化パラメータを割り当てることを特徴とする請求項第4項に記載の画像処理装置。

【請求項6】 画像データを周波数帯域毎の複数のサブバンドに分割する第1の分割工程と、
該第1の分割工程で得られた各サブバンドを、複数の領域に分割する第2の分割工程と、
該第2の分割工程で得られた各領域毎に、符号化パラメータを割り当てる割り当て工程と、
該割り当て工程により割り当てた符号化パラメータに基づいて、前記各領域を構成する各係数を可変長符号化できる可変長符号化工程と、
該可変長符号化工程により得られた各係数の可変長符号化データの各ビットを、各係数の同じ桁のビットから構成される複数のビットプレーンに分配し、該複数のビットプレーンを階層的に順次出力する階層的出力工程とを備えることを特徴とする画像処理方法。

【請求項7】 前記第1の分割工程は、分割した各波数帯域における低周波帯域のサブバンドを再帰的に分割することを特徴とする請求項6に記載の画像処理方法。

【請求項8】 前記第1の分割工程の分割には、ウェーブレット変換を用いることを特徴とする請求項7に記載の画像処理方法。

【請求項9】 前記第2の分割工程は、前記第1分割工程で得られた各周波数帯域のサブバンドの内容に基づいて、複数の領域への分割方法を選択することを特徴とする請求項6に記載の画像処理方法。

【請求項10】 前記第2の分割工程は、各領域の分割数を段階的に変化させ、
前記割り当て工程は、各分割の段階において定義される各領域に所定の符号化パラメータを割り当てることを特徴とする請求項第9項に記載の画像処理方法。

【請求項11】 コンピュータが読み込み実行可能なプログラムコードを格納する記憶媒体であって、
画像データを周波数帯域毎の複数のサブバンドに分割する第1の分割工程と、
該第1の分割工程で得られた各サブバンドを、複数の領域に分割する第2の分割工程と、
該第2の分割工程で得られた各領域毎に、符号化パラメータを割り当てる割り当て工程と、
該割り当て工程により割り当てた符号化パラメータに基づいて、前記各領域を構成する各係数を可変長符号化できる可変長符号化工程と、
該可変長符号化工程により得られた各係数の可変長符号化データの各ビットを、各係数の同じ桁のビットから構成される複数のビットプレーンに分配し、該複数のビットプレーンを階層的に順次出力する階層的出力工程とのプログラムコードを格納する記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、画像処理装置及び方法及び記憶媒体に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 画像、特に多値画像は非常に多くの情報を含んでおり、その画像を蓄積・伝送する際にはデータ量が膨大になってしまうという問題がある。このため画像の蓄積・伝送に際しては、画像の持つ冗長性を除く、或いは画質の劣化が視覚的に認識し難い程度で画像の内容を変更することによってデータ量を削減する高能率符号化が用いられる。

【0003】 しかしながら高能率符号化によりある程度データ量を削減できたとしても、その符号化データを伝送或いは読み出すには時間がかかる場合がある。このような場合、伝送された符号化データを受信する側においてデータ受信の初期段階で画像の概略を認識でき、更に後続の符号化データを受信することにより、この画像を徐々に高画質なものとして認識できる階層的符号化が用いられることが好ましい。

【0004】 従来、一般的な階層的符号化として、各画素が多値で表される画像データを複数のビットプレーンに変換し、これらのビットプレーンを上位のビットプレーンから下位のビットプレーンの順に伝送するといった方法が行われる。

【0005】例えば、静止画像の国際標準符号化方式としてISOとITU-Tにより勧告されたJPEGでは、符号化対象となる画像の内容や符号化データの使用目的に応じて数種の符号化方式が規定されており、拡張DCTプロセスにおいて階層的符号化を実現するためのSS(Spectrum Selection)とSA(Successive Approximation)と呼ばれる方法が規定されている。

【0006】JPEGについての詳細は、勧告書ITU-T Recommendation T.81 ISO/IEC10918-1等に記載されているのでここでは省略するが、Successive Approximationでは画像のブロック毎に離散コサイン変換(DCT)を施し、得られた周波数成分の全てをnビットの係数に量子化した後、得られた複数の量子化係数をn階層(n~1)のビットプレーンに変換し、上位(階層n)のビットプレーンから下位(階層1)のビットプレーンの順に伝送するといった方法が行われる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら従来、多値の画像データを所定階層数のビットプレーンに変換し、ビットプレーン毎に階層的に出力する様なビットプレーン符号化方法では、未だビットプレーンに冗長性が含まれ、改善の余地がある。

【0008】また、従来の階層的符号化方式では、受信側が上位のビットプレーンのみ受信した場合に、符号化された多値画像の概略が早期に分かりにくい場合がある。

【0009】本発明は、上述の問題点に鑑みてなされたものであり、一部の符号化データから早期に画像の概略を効率良く認識できる様にすると共に、圧縮効率の良い階層符号化の技術を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】上述課題を解決するため、例えば本発明の画像処理装置は以下の構成を備える。すなわち、画像データを周波数帯域毎の複数のサブバンドに分割する第1の分割手段と、該第1の分割手段で得られた各サブバンドを、複数の領域に分割する第2の分割手段と、該第2の分割手段で得られた各領域毎に、符号化パラメータを割り当てる割り当て手段と、該割り当て手段により割り当てた符号化パラメータに基づいて、前記各領域を構成する各係数を可変長符号化する可変長符号化手段と、該可変長符号化手段により得られた各係数の可変長符号化データの各ビットを、各係数の同じ桁のビットから構成される複数のビットプレーンに分配し、該複数のビットプレーンを階層的に順次出力する階層的出力手段とを備える。

【0011】また、本発明の好適な実施態様に従えば、本発明の画像処理装置は以下の構成を備える。すなわち、画像を表すための複数の係数(本実施形態では量子化値に相当)を発生する係数発生手段(同じく係数量子化部104に相当)と、該発生手段により発生した複数の

の係数をいくつかのブロックに分ける分割手段(同じく符号列生成部105)と、そのブロックの該係数の頻度分布に相当する符号化パラメータを選択する選択手段と、Golomb符号化する符号化手段(同じく符号列生成部105)と、該可変長符号化手段の可変長符号化により得られた各係数に対応する可変長符号化データの各ビット(同じく、例えば図12の符号)を、各ビットの位に対応させることにより複数のビットプレーンに分配し(同じく例えば図13の分配に相当)、前記複数のビットプレーンを階層的に順次出力する階層的出力手段を有する。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、添付図面に従って本発明に係る実施形態を詳細に説明する。

【0013】<第1の実施形態>本第1の実施形態では、説明を簡単にするため、8ビットのモノクロ多値画像データを符号化するものとして説明するが、本発明はこれに限らず、各画素4ビット、10ビット、12ビットといった具合に8ビット以外のビット数で表すモノクロ画像、或いは各画素における各色成分(RGB/Lab/YCrCb)を8ビットで表現するカラーの多値画像を符号化する場合に適用することも可能である。また、画像を構成する各画素の状態等を表す多値情報を符号化する場合、例えば各画素の色を表す多値のインデックス値を符号化する場合にも適用できる。これらに応用する場合には、各種の多値情報を後述するモノクロ画像データとしてそれぞれ符号化すれば良い。

【0014】図1は第1の実施形態における画像処理装置のブロック構成図である。同図において101は画像入力部、102は離散ウェーブレット変換部、103はバッファ、104は係数量子化部、105は符号列生成部、106はビットプレーン順走査部、107はバッファ、108は出力形式決定部、109は符号列並び換え部、110は符号出力部である。

【0015】まず、画像入力部101から符号化対象となる画像を構成する画素データがラスタースキャン順に入力される。この画像入力部101は、例えばスキャナ、デジタルカメラ等の撮像装置、或いはCCDなどの撮像デバイス、或いはネットワーク回線のインターフェース等が用いられる。また、画像入力部101はRAM、ROM、ハードディスク、CD-ROM等の記録媒体であっても良い。

【0016】離散ウェーブレット変換部102は画像入力部101から入力される1画面分の各画素データに、離散ウェーブレット変換を施し、その結果生成される離散ウェーブレット係数を複数の周波数帯域(サブバンド)に分解する。本実施の形態においては、画像データ列 $x(n)$ に対する離散ウェーブレット変換は下のように行われる。

【0017】
$$r(n) = \text{floor} \{ (x(2n) + x$$

$$(2n+1))/2\}$$

$$d(n) = x(2n+2) - x(2n+3) + \text{floor}\{(-r(n) + r(n+2) + 2)/4\}$$

ここで、 $r(n)$ 、 $d(n)$ は変換係数であり、 $r(n)$ は低周波サブバンド、 $d(n)$ は高周波サブバンドである。また、上式において $\text{floor}\{X\}$ は X を超えない最大の整数値を表す。本変換式は一次元のデータに対するものであるが、この変換を水平方向、垂直方向の順に適用すること二次元の変換を行うことにより、図4(a)の様なLL, HL, LH, HHの4つのサブバンドに分割することができる。ここで、Lは低周波サブバンド、Hは高周波サブバンドを示している。次にLLサブバンドを、同じ様に4つのサブバンドに分け(図4(b))、その中のLLサブバンドを更に4サブバンドに分ける(図4(c))。合計で10サブバンドを作る。以下では、10個のサブバンドそれぞれに対して、図4(c)の様にHH1, HL1, ...と呼ぶことにする。

【0018】10個のサブバンドは、いったんバッファ103に格納され、LL, HL3, LH3, HH3, HL2, LH2, HH2, HL1, LH1, HH1の順に、係数量子化部104へ出力される。

【0019】係数量子化部104では、バッファ103から出力される各サブバンドのウェーブレット変換係数を各周波数成分毎に定めた量子化ステップで量子化し、量子化後の値(係数量子化値)を符号列生成部105へと出力する。係数値を X 、この係数の属する周波数成分に対する量子化ステップの値を q とすると、量子化後の係数値 $Q(X)$ は次式によって求めるものとする。

【0020】

$$Q(X) = \text{floor}\{(X/q) + 0.5\}$$

但し、上式において $\text{floor}\{X\}$ は X を超えない最大の整数値を表す。本実施形態における各周波数成分と量子化ステップとの対応を図5に示す。

【0021】図に示す様に、低周波サブバンド(LL等)よりも高周波サブバンド(HL1, LH1, HH1等)の方に、大きい量子化ステップを与えている。一つのサブバンドにおける全ての係数を量子化した後、それら係数量子化値を符号列生成部105へ出力する。

【0022】符号列生成部105に入力されたサブバンドは、いくつかの領域に分割され、各領域毎に符号化パラメータ k が定められ、Golomb符号化される。

【0023】なおサブバンド毎に、1つの符号化パラメータ k が定められる方法も考えられるが、本実施形態では、1つのサブバンドは更にいくつかの領域に分割され、生成された領域毎に符号化パラメータ k を定める。この結果、サブバンド内の局所的変化に対応するGolomb符号化が可能となる。

【0024】符号列生成部105の内部構成を図2に詳細に示す。同図において、201は分割パターン決定

部、202は分割パターン判定部、203は領域分割部、204は符号化パラメータ選択部、205は全符号長決定部、206は比較器、207はバッファ、208は符号化列出力部である。

【0025】同図を用いて、符号列生成部105の動作を述べる(後に、その簡単な流れを図11のフローチャートを用いて述べる)。

【0026】分割パターン決定部201では、符号列生成部105に入ってきたサブバンド単位の係数量子化値列の分割パターンを決定する。そして、その分割パターンで分割を実行するか否かを分割パターン判定部202で判定し、領域分割部203において領域分割を実行する。

【0027】ここで本実施形態における分割パターンの決定と判定の方法を以下に述べる。本実施形態においては、分割パターン決定部201から全符号長決定部205までの処理を繰り返して行い、その都度、異なる方法で領域分割し、様々な分割方法のうち最適な領域分割方法を探索する構成となっている。

【0028】図6に分割パターン決定部201で決定される分割パターンを示す。分割パターンは繰り返しの回数 n によって定まり、 n 回目のサブバンド分割においては、サブバンドの縦横方向それぞれを 2^{n-1} 個に分割するものとする。したがって、ブロックの面積はサブバンドの面積の、 $2^{2(n-1)}$ 分の1になる。また $n=1$ においては分割しないことに相当し、一つのサブバンドに一つの符号化パラメータ k を定めることと等価になる。サブバンド分割の繰り返しは、分割パターン判定部202において、ある条件(終了条件)を満たしたら繰り返しを止めるようにする。本実施の形態においては、ブロックの一辺の画素数が16画素以下となることを終了条件の1つとする。以下、この繰り返し回数 n を分割の数でもあるので、分割パラメータと呼ぶ。

【0029】その後符号化パラメータ選択部204において、各ブロックをGolomb符号化するのに必要な符号化パラメータ k を与える。

【0030】ここで符号化パラメータ k の決定方法を説明する。本実施形態においては、当該ブロック中の係数量子化値「0」の出現比率 R を求め、 R を当該ブロックにおける係数量子化値列の頻度分布を特徴づける量とする。そして R と符号化パラメータ k の関係を図7の様に示す。図からも明らかな様に、係数量子化値「0」の出現頻度がより多い場合に、より小さい k を与えている。

【0031】ウェーブレット変換の場合、一般に低周波サブバンドよりも高周波サブバンド(例えばHH3よりもHH1)の方が、係数の発生頻度の偏り具合が大きくなる傾向にある。これに加え本実施形態では、高周波サブバンドを低周波サブバンドより粗く量子化するので、より一層発生頻度の偏り具合が大きくなる。従って、高周波サブバンドの方が小さい符号化パラメータ k が割り

当てられる傾向にある。各サブバンド内のブロックと、符号化パラメータ選択部201で決定される符号化パラメータkの対応関係の一例を図8に示す。

【0032】図示において、ブロックNoとは、サブバンドを分割した際の個々のブロックであり、そのサブバンド内で完結しているものである。

【0033】全符号長決定部205では各ブロックの係数量子化値を符号化し、各ブロックの符号長からサブバンド全体の符号長を算出する。ここで算出された全符号長をLとする。なお、全符号長Lには、サブバンドの分割を決定する分割パラメータnと、各ブロックに割り当てられた符号化パラメータk（以降、これらをブロック情報と呼ぶ）の格納に要するビット数も含むものとする。

【0034】係数量子化値の符号化では、まず、係数量子化値の正・負を調べ、符号（+/-）ビットを出力する。値が0または正である場合には「1」を、負である場合には「0」を符号ビットとする。次に、係数量子化値の絶対値をGolomb符号化する。符号化対象となる係数量子化値の絶対値をV、係数量子化値の属するブロックに対する符号化パラメータをkとした場合のGolomb符号は、Vをkビット右シフトして残った整数値mを求め、m個の「0」と、それに続く区切りビット「1」、そして、Vの下位kビットを組み合わせてることにより得られる。図9にk=0, 1, 2におけるGolomb符号の例を示す。

【0035】算出した全符号長Lとバッファ207に格納されている全符号長L'を比較器206で比較し、L<L'の場合、算出された全符号長、生成された符号列、及びそのブロック情報をバッファ207へ格納する。なお、n=1の場合、即ち、1回目でありバッファ207に何も格納されていない場合には比較器206での符号長比較は行わず、バッファ207に全符号長、ブロック情報、符号列を格納するものとする。ここでバッファ207へ格納された全符号長をL'とする。図10にバッファ207へ格納されるデータの形式を示す。

【0036】そして、分割パターン決定部201へ戻り、上述の処理を分割パターン判定部202の終了条件を満たすまで繰り返し実行する。最終的に、バッファ207に残っているサブバンド全体の情報は、最も符号長が短くなるわけである。これを符号化列出力部208に伝送する。その際に、全符号長L'は伝送しない。

【0037】上述の符号列生成部105の処理の流れを、図11のフローチャートを用いて説明する。

【0038】先ず、ステップS1101で、入力されたサブバンドの分割方法を決定する（分割パターン決定部201の処理に相当）。ステップS1102では、分割により生成されるブロックの一辺の長さを終了条件S（本実施の形態においては16）と比較し（分割パターン判定部202の処理に相当）S以上ならば、ステップ

S1103に進みブロック分割を行う（領域分割部203の処理に相当）。そうでないならば、サブバンド全符号列並びにブロック情報を出力し、このループから抜ける（バッファ207から符号化列出力部208への符号出力に相当）。ただしn=1の時には、ステップS1101から直接ステップ1103に進む。

【0039】ステップS1104で各ブロックに符号化パラメータkを与え（符号化パラメータ選択部204の処理に相当）、ステップS1105でサブバンドの全符号長Lを導出する（全符号長決定部205の処理に相当）。ステップS1106では、バッファ207に格納されている全符号長L'とLを比較し（比較器206の処理に相当）、Lの方が大きければステップS1101に戻り、Lの方が短ければステップS1107に進み、バッファ207に格納されているブロック情報、符号列を置き換える。また全符号長L'には算出されたLが代入される。ステップS1101に戻る。以上の動作をステップS1102でループを抜けるまで繰り返す。

【0040】符号列生成部105から出力される、サブバンド全体のGolomb符号化された係数量子化値列（Golomb符号化列）は、ビットプレーン順走査部106でビットプレーン毎に分割されて格納される。そのデータをビットプレーンデータと呼ぶ。ビットプレーンデータを構成する手順は以下の通りである。

【0041】各画素において正負を示すビットを符号ビットプレーンに格納し、Golomb符号の先頭ビット（MSB）を第1のビットプレーンに格納し、同じく二番目のビットを第2のビットプレーンに格納する。同じく三番目以降のビットも第3以降のビットプレーンに順次格納する。その具体例を下に述べる。

【0042】あるGolomb符号化列「3, 4, -2, -5, -4, 0, 1, ...」を、ビットプレーンとして格納する様子を図12に示す。図12において斜線の部分はその上位プレーンにて符号化データが終端しているのでビット情報が必要無い部分、即ちビット情報を記憶しない部分を示す。

【0043】図13にはサブバンドがどのようにビットプレーン順走査部106に格納されるかを示してある。

【0044】上述処理後、当該1サブバンド分のブロック情報とビットプレーンデータはバッファ107へ格納される。そして、全てのサブバンドがバッファ107へ格納された後、出力形式決定部108で符号出力部110から出力されるデータの形式を決定する。なお、出力形式にはSNR的階層出力と空間的階層出力がある。復号時にSNR的階層出力では、全サブバンド毎上位ビットプレーンから出力する。その出力のためのデータ形式を図14に示す。また空間的階層出力では、最低周波サブバンドからサブバンド毎に、上位ビットプレーンから出力する。その出力のためのデータ形式を図15に示す。符号列並び換え部109では、出力形式決定部10

8で決定された形式に符号列を並び換える。その符号列は符号出力部110へ送られる。

【0045】符号出力部108では、上記出力により得られたブロック情報と複数のビットプレーンデータを順次送信する。この符号出力部108には、公衆回線、無線回線、LAN等のインターフェースを用いることができる。また、符号出力部108は上記階層的データを格納しておくハードディスク、RAM、ROM、DVD等の記録媒体であっても良い。

【0046】以上説明した様に本実施の形態によれば、各サブバンドが更に分割されたブロック単位でGolomb符号化が行われる。この結果、符号化対象となる各サブバンドに対して、サブバンド内の局所的な変化に対応可能な効率の良い符号化が可能となる。

【0047】<第2の実施の形態> 上述第1の実施形態では、符号列生成部105中の分割パターン決定部201で、サブバンドの縦横方向を $2^{(n-1)}$ に分割していった。しかし、これ以外の方法により適切なブロック分割を実行することも可能である。本第2の実施形態では、分割をブロック単位ではなく、ライン単位で行う。なお、本実施の形態において符号化器の全体的な構成は第1の実施形態と同じであり、図1における符号列生成部105の動作が異なっている。

【0048】分割パターン決定部105で用意する分割パターンの例を図16に示す。 n 回目のサブバンド分割を、サブバンドの縦方向を $2^{(n-1)}$ に分割するものとする。都合上、ラインの面積はサブブロックの面積の、 $2^{(n-1)}$ 分の1になる。また $n=1$ では、分割しないことに相当するので、サブバンドに対して符号化パラメータを定めることになる。サブバンド分割の繰り返しは、任意の条件を与え、その条件を満たしたら、繰り返しを止めるようにする。本実施形態においては、ラインの縦の画素数が16画素以下になったら、分割を終わらせるようにする。この時点でバッファ207には、いくつかの縦方向分割の中で最適な方法で分割された、全符号長、生成された符号列とそのブロック情報が格納されている。

【0049】続けて、横方向の分割も同様にして行う。最終的にバッファ207に格納されている、符号列とブロック情報を出力する。

【0050】これ以降の処理については、上記の第1の実施形態と同様であるので説明を省略する。

【0051】以上説明した様に本第2の実施の形態によれば、各サブバンドが更に分割されたライン単位でGolomb符号化が行われる。この結果、符号化対象となる各サブバンドに対してサブバンド内の局所的な変化に対応可能な効率の良い符号化が可能となる。

【0052】<第3の実施の形態> 本第3の実施形態では、図17に示してあるように、分割パターン決定部201には、注目するサブバンドと比較してかなり小さい

ブロックを用意する。本第3の実施形態においては、8画素×8画素のブロックとする。そして、分割パターン評価部202を外し、図3のような符号化パラメータ選択器を、符号化パラメータ選択部205に置く。この符号化パラメータ選択器には、ブロック接合部301が入っている。

【0053】まず、分割パターン決定部201に用意した分割パターンに沿って、領域分割部203で領域分割する。符号化パラメータ選択部204では、第1の実施形態のように、それぞれのブロックに対して符号化パラメータ k を定める。その k の情報をブロック接合部301に送る。ブロック接合部301は、隣接し、かつ同じ符号化パラメータ k をもつブロックを一つのブロックにまとめる。そして、そのブロック単位でGolomb符号化を行う。この結果、サブバンドを比較的自由な領域に分割して効率よく符号化することができる。

【0054】<その他の実施の形態> 以上の実施の形態では各ビットプレーンのビット情報をそのまま出力したが、本発明は上述の実施の形態に限定されるものではない。例えば、ビット情報をそのまま符号出力部へ出力するのではなく、第1の実施形態で最終的に出力されたビット情報を更に高能率符号化することにより、全体の符号量を削減することもできる。高能率符号化としては、ランレングス符号化、算術符号化などを用いることが可能であり、この場合さらに高能率圧縮を達成することができる。また、以上の実施の形態においては入力画像を離散ウェーブレット変換した符号化の例を示したが、離散ウェーブレット変換についても本実施の形態で使用したものに限定されるものではなく、フィルタの種類や周波数帯域分割方法を変えても構わない。更に離散ウェーブレット変換以外にも、DCT変換（離散コサイン変換）等、その他の変換手法に基づく符号化方式に適用しても構わない。

【0055】また周波数成分の量子化の方法、可変長符号化の方法そしてサブバンドの分割方法についても上述の実施の形態に限定されるものではない。

【0056】<変形例> なお、本発明は複数の機器（例えばホストコンピュータ、インターフェース機器、リーダ、プリンタ等）から構成されるシステムの一部として適用しても、1つの機器（例えば複写機、ファクシミリ装置、デジタルカメラ等）からなる装置の1部に適用しても良い。

【0057】また、本発明は上記実施の形態を実現するための装置及び方法のみに限定されるものではなく、上記システム又は装置内のコンピュータ（CPU或いはMPU）に、上記実施の形態を実現するためのソフトウェアのプログラムコードを供給し、このプログラムコードに従って上記システム或いは装置のコンピュータが上記各種デバイスを動作させることにより上記実施の形態を実現する場合も本発明の範疇に含まれる。

【0058】またこの場合、前記ソフトウェアに関するプログラムコード自体が上記実施の形態の機能を実現することになり、そのプログラムコード自体、及びそのプログラムコードをコンピュータに供給するための手段、具体的には上記プログラムコードを格納した記憶媒体は本発明の範疇に含まれる。

【0059】このようなプログラムコードを格納する記憶媒体としては、例えばフロッピーディスク、ハードディスク、光ディスク、光磁気ディスク、CD-ROM、磁気テープ、不揮発性のメモリカード、ROM等を用いることができる。

【0060】また、上記コンピュータが、供給されたプログラムコードのみに従って各種デバイスを制御することにより、上記実施の形態の機能が実現される場合だけではなく、上記プログラムコードがコンピュータ上で稼動しているOS（オペレーティングシステム）、或いは他のアプリケーションソフト等と共同して上記実施の形態が実現される場合にもかかるプログラムコードは本発明の範疇に含まれる。

【0061】更に、この供給されたプログラムコードが、コンピュータの機能拡張ボードやコンピュータに接続された機能拡張ユニットに備わるメモリに格納された後、そのプログラムコードの指示に基づいてその機能拡張ボードや機能拡張ユニットに備わるCPU等が実際の処理の一部または全部を行い、その処理によって上記実施の形態が実現される場合も本発明の範疇に含まれる。

【0062】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、一部の符号化データから早期に画像の概略を効率良く認識できる様にすると共に、圧縮効率の良い階層符号化の技術を提供できる。

【0063】また、複数の係数を符号化する際に、周波数帯域毎に分割したサブバンドをいくつかの領域に更に分割して、それぞれの領域の特性に応じた可変長符号化を行うことにより、従来の方法より全体の符号量を減少させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施形態における装置のブロック構成図である。

【図2】実施形態における符号列生成部105の詳細図である。

【図3】第3の実施の形態における符号化パラメータ選択部204の詳細図である。

【図4】2次元ウェーブレット変換による帯域分解の様子を示す図である。

【図5】実施形態における各サブブロックと量子化ステ

ップの関係を示す図である。

【図6】第1の実施形態におけるサブバンド分割法の説明するための図である。

【図7】実施形態における符号化パラメータ決定法を示す図である。

【図8】ブロックと符号化パラメータの対応関係を示す図である。

【図9】量子化係数と符号化パラメータの対応関係を示す図である。

【図10】バッファ207へ格納されるデータ形式を示す図である。

【図11】第1の実施形態における符号列生成部105の処理手順を示すフローチャートである。

【図12】量子化係数とビットプレーンの対応関係を示す図である。

【図13】ビットプレーン順走査部106にデータが格納される形式を示す図である。

【図14】SNR的階層出力におけるデータ形式を示す図である。

【図15】空間的階層出力におけるデータ形式を示す図である。

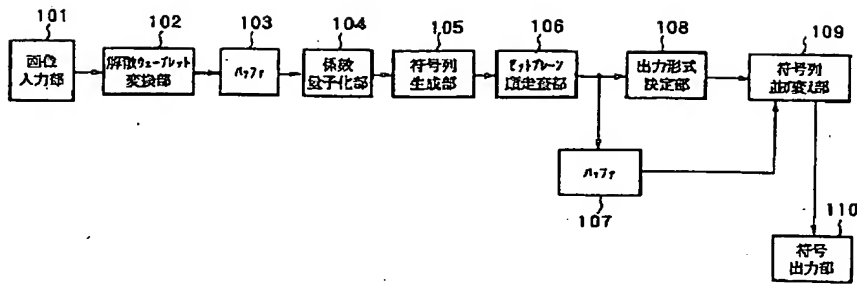
【図16】第2の実施形態におけるサブバンド分割法を示す図である。

【図17】第3の実施の形態におけるサブバンド分割と符号化パラメータ割り当ての例を示す図である。

【符号の説明】

- 101 画像入力部
- 102 離散ウェーブレット変換部
- 103 バッファ
- 104 係数量子化部
- 105 符号列生成部
- 106 ビットプレーン順走査部
- 107 バッファ
- 108 出力形式決定部
- 109 符号列並び換え部
- 110 符号出力部
- 201 分割パターン決定部
- 202 分割パターン判定部
- 203 領域分割部
- 204 符号化パラメータ選択部
- 205 全符号長決定部
- 206 コンバレータ
- 207 バッファ
- 208 符号化列出力部
- 301 ブロック接合部

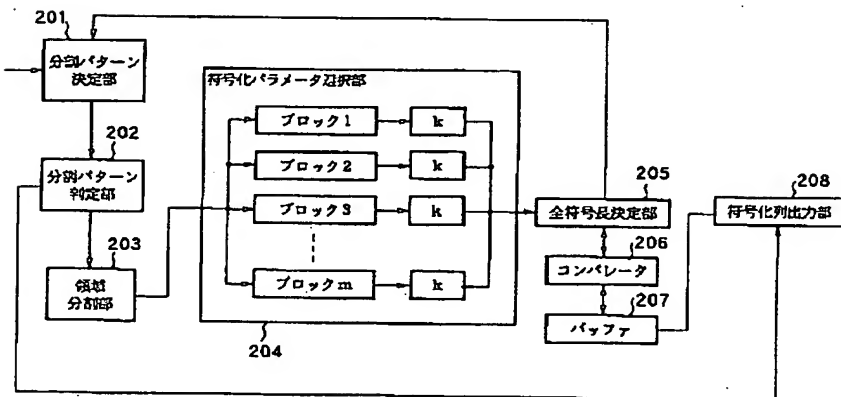
【図1】



【図5】

周波数成分	量子化ステップq
LL	1
HL3	2
LH3	2
HH3	2
HL2	4
LH2	4
HH2	4
HL1	8
LH1	8
HH1	8

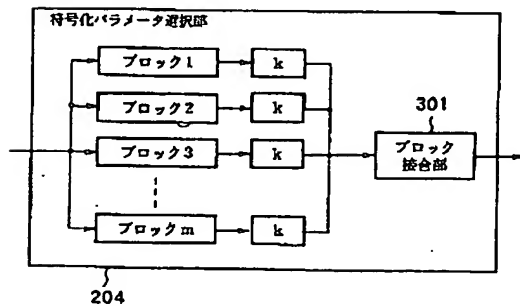
【図2】



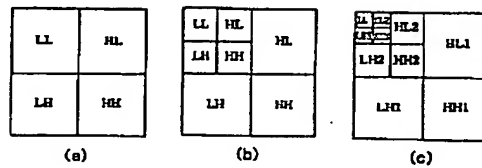
【図8】

サブバンド	ブロックNO.	k
LL	1	3
	2	3
	3	3
HL3	1	1
	2	2
	3	2
...

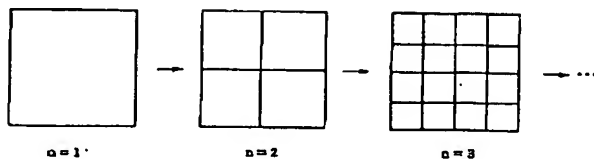
【図3】



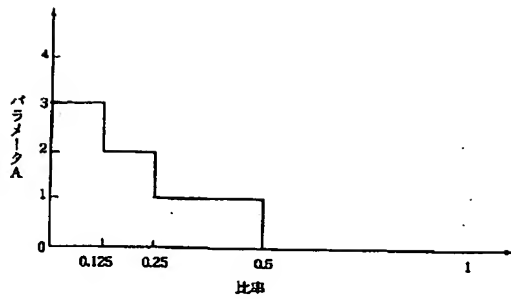
【図4】



【図6】



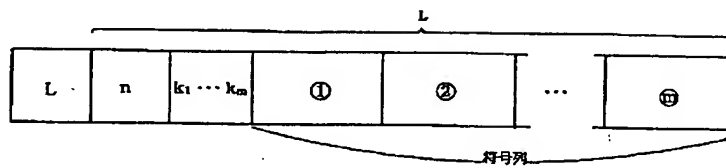
【図7】



【図9】

$\begin{matrix} K \\ V \end{matrix}$	0	1	2
0	1	10	100
1	01	11	101
2	001	010	110
3	0001	011	111
4	00001	0010	0100
5	000001	0011	0101
6	0000001	00010	0110
7	00000001	00011	0111

【図10】



n : 分割パラメータ

$k_1 \dots k_m$: 各ブロックに割り当てられた符号化パラメータ

L : 符号長

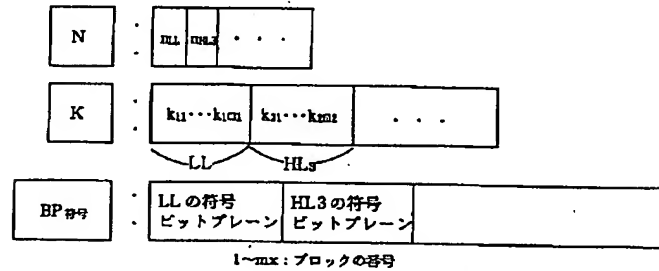
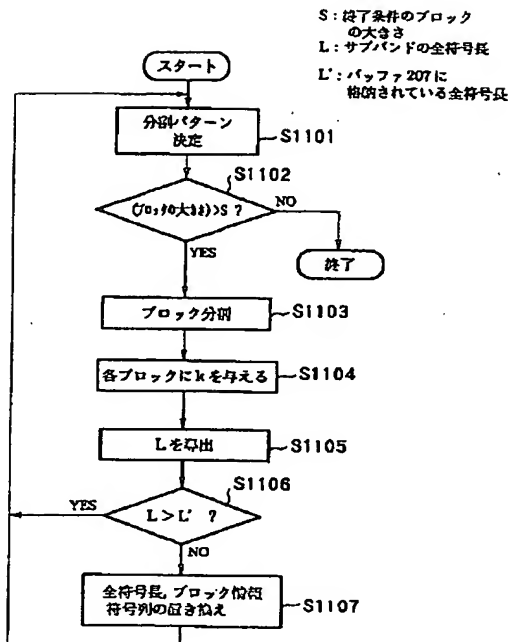
⑩: ブロック番号

【図12】

係数 (正負)	3	4	-2	-5	-4	0	1	-
符号(+/-)	1	1	0	0	0	1	1	
第1プレーン (MSB)	1	0	1	0	0	1	1	
第2プレーン	1	1	1	1	1	0	0	
第3プレーン	1	0	0	0	0	0	1	
第4プレーン		0		1	0			

【図 14】

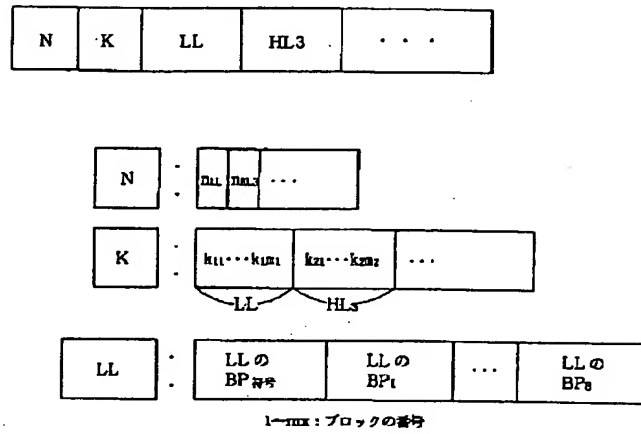
N	K	BP 序号	BP ₁	...	BP _s
---	---	-------	-----------------	-----	-----------------



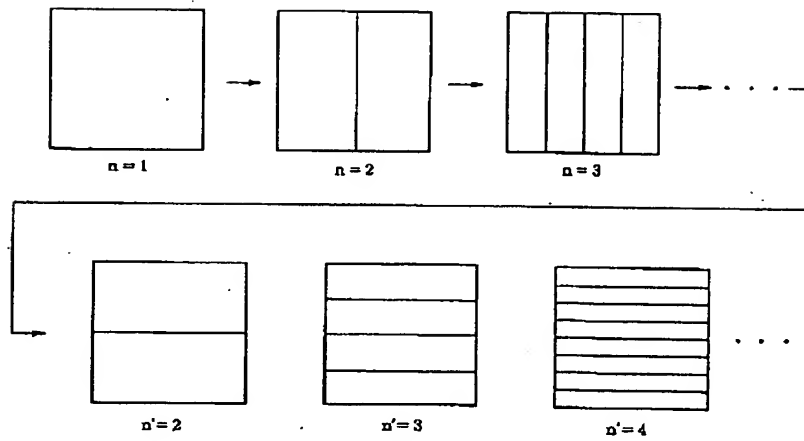
【☒ 13】

【図15】

I 画像分のデータ形式 (空間的階層出力)



【図16】



【図17】

0	1	1	1	1	1	3	2	2	2	2	5	7	7	8	1
0	1	1	1	1	2	3	4	4	4	4	5	7	8	8	1
0	0	0	0	0	2	3	7	7	8	8	8	8	8	8	1
0	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1	3	3	5	5	1
0	2	4	2	2	2	1	2	2	0	1	1	3	0	0	0
0	2	2	2	2	3	3	0	0	0	0	0	3	0	0	0
1	1	1	1	1	3	3	3	0	0	0	2	3	0	0	0
1	1	1	0	0	3	3	3	3	0	2	2	2	0	0	0
1	1	1	0	0	3	3	3	3	2	1	2	1	0	0	0
0	0	0	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	2	2	2
1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	0	0	0	2	2	2
1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	0	0	0	2	2	2
1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	0	0	0	2	2	2
1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	0	0	0	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	0	1	1	1	1	4
2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	1	1	1	1	1	4

数字は、そのブロックに
割り当てられた符号化パラメータ

フロントページの続き

Fターム(参考) 5C059 KK00 MA23 MA24 MA31 MA32
 MC11 MC14 ME01 ME05 ME11
 PP01 SS12 SS14 SS20 SS26
 SS28 TA57 TB08 TC18 TC20
 TD11 TD12 UA02
 5C078 AA04 AA09 BA53 BA64 DA00
 DA01 DB19
 9A001 BB04 EE02 EE04 GG03 HH23

Japanese Patent Laid-open Publication No. 2001-45482 A

Publication date : February 16, 1996

Applicant : Canon K. K.

Title : IMAGE PROCESSING APPARATUS AND METHOD THEREOF

5 (57) [ABSTRACT]

[PROBLEM] To make it possible that an outline of an image can be efficiently recognized early from a portion of coded data and make hierarchical coding with good compressing efficiency possible.

10 [MEANS TO SOLVE THE PROBLEM] Image data are divided into a plurality of sub bands of each frequency band by a discrete wavelet converting section 102. In a code row generating section 105, a number of divisions of the respective sub bands is changed sequentially, and coding parameters are allocated
15 to respective areas which are generated by this division so that the areas are coded. Moreover, code lengths are compared with one another so that the optimal dividing number is determined, and respective coefficients composing the respective areas are variable-length coded. Thereafter, a
20 code row rearranging section 109 distributes bits of the variable-length coded data to a plurality of bit planes composed of bits on the same digit as the coefficients. A code output section 110 outputs the bit planes hierarchically.

25 [0008] In addition, in a conventional hierarchical coding

system, in the case where a receiving side receives only high-order bit planes, an outline of a coded multi-valued image is hardly understood early.

5 [0014] Fig. 1 is a block structural diagram of an image processing apparatus according to a first embodiment. In Fig. 1, 101 is an image input section, 102 is a discrete wavelet converting section, 103 is a buffer, 104 is a coefficient quantizing section, 105 is a code row generating section, 106
10 is a bit plane sequential scanning section, 107 is a buffer, 108 is an output form determining section, 109 is a code row rearranging section and 110 is a code output section.

[0017]
$$r(n) = \text{floor} \{ (x(2n) + x(2n+1)) / 2 \}$$

15
$$d(n) = x(2n+2) - x(2n+3) + \text{floor} \{ (-r(n) + r(n+2) + 2) / 4 \}.$$

Here, $r(n)$ and $d(n)$ are converting coefficients, and $r(n)$ is a low-frequency sub band and $d(n)$ is a high-frequency sub band. Moreover, in the above equation, $\text{floor}\{X\}$ represents a maximum integer value which does not exceeds X . This converting
20 equation is applied to one dimensional data, but this conversion is applied sequentially to a horizontal direction and a vertical direction so that two dimensional conversion is carried out. As a result, as shown in Fig. 4(a), the data can be divided into four sub bands LL, HL, LH and HH. Here, L shows a
25 low-frequency sub band, and H shows a high-frequency sub band.

Next, the LL sub band is divided into four sub bands simultaneously (Fig. 4(b)), and the divided LL sub band is further divided into four sub bands (Fig. 4(c)). Totally ten subbands are created. Hereinafter, the ten sub bands are shown
5 by HH1, HL1, ... as shown in Fig. 4(c).

[0019] In the coefficient quantizing section 104, wavelet converting coefficients of the sub bands output from the buffer 103 are quantized by quantizing steps which are determined
10 for each frequency component, and outputs quantized values (coefficient quantized values) to the code row generating section 105. When the coefficient value is X and the value of the quantizing step for the frequency component belong to this coefficient is q, the quantized coefficient value Q (X)
15 is obtained according to the following equation.

[0024] An internal structure of the code row generating section 105 will be shown concretely in Fig. 2. In Fig. 2, 201 is a dividing pattern determining section, 202 is a dividing pattern
20 judgment section, 203 is a area dividing section, 204 is a coding parameter selecting section, 205 is a whole code length determining section, 206 is a comparator, 207 is a buffer and 208 is a coding row output section.

25 [0028] Fig. 6 shows a dividing pattern which is determined

by the dividing pattern determining section 201. The dividing pattern is determined by a number of repetition times n , and at the n th-time sub band division, the horizontal and vertical directions of the sub band are divided into 2^{n-1} pieces. Therefore, an area of a block becomes $1/2^{2(n-1)}$ of an area of the sub band. Moreover, at the time of $n = 1$, the division is not carried out, and it is equivalent to that one coding parameter k is determined for one sub band. The repetition of the sub band division is stopped when a certain condition (end condition) is satisfied in the dividing pattern judgment section 202. In the present embodiment, one of the end conditions is that a number of pixels of one side of the block becomes not more than 16 pixels. Hereinafter, since this number of the repetition times n is also a number of division, it is called as the dividing parameter.

[0031] In the case of the wavelet conversion, in general a coefficient generating frequency tends to be greatly deflected in the high-frequency sub band rather than the low-frequency sub band (for example, HH3 rather than HH1). Further, in the present embodiment, since the high-frequency sub band is quantized more roughly than the low-frequency sub band, its coefficient generating frequency is further deflected. Therefore, smaller coding parameter k tends to be allocated to the high-frequency sub band. Fig. 8 shows one example of

a corresponding relationship between the blocks of the respective sub bands and the coding parameter k determined by the coding parameter selecting section 201.

5 [0037] There will be explained below a flow of the process of the coding row generating section 105 with reference to a flowchart of Fig. 11.

[0046] According to the present embodiment as explained above,
10 Golomb coding is carried out in unit of the blocks obtained by dividing the sub bands. As a result, the respective sub bands to be coded can be subject to the efficient coding which can cope with a local change in the sub bands.

15 [BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS]

[Fig. 1] Fig. 1 is a block structural diagram of an apparatus according to an embodiment.

[Fig. 2] Fig. 2 is a detailed diagram of the code row generating section 105 in the embodiment.

20 [Fig. 3] Fig. 3 is a detailed diagram of the coding parameter selecting section 204 in a third embodiment.

[Fig. 4] Fig. 4 is a diagram showing a state of bandwidth deblocking according to two dimensional wavelet conversion.

[Fig. 5] Fig. 5 is a diagram showing a relationship between
25 sub blocks and quantizing steps in the embodiment.

[Fig. 6] Fig. 6 is a diagram for explaining a sub band dividing method according to a first embodiment.

5 Fig. 1

101: IMAGE INPUT SECTION
102: DISCRETE WAVELET CONVERTING SECTION
103: BUFFER
104: COEFFICIENT QUANTIZING SECTION
10 105: CODE ROW GENERATING SECTION
106: BIT PLANE SEQUENTIAL SCANNING SECTION
107: BUFFER
108: OUTPUT FORM DETERMINING SECTION
109: CODE ROW REARRANGING SECTION
15 110: CODE OUTPUT SECTION

Fig. 2

201: DIVIDING PATTERN DETERMINING SECTION
202: DIVIDING PATTERN JUDGMENT SECTION
20 203: AREA DIVIDING SECTION
204: CODING PARAMETER SELECTING SECTION
BLOCK 1, BLOCK 2, BLOCK 3, BLOCK M
205: WHOLE CODE LENGTH DETERMINING SECTION
206: COMPARATOR
25 207: BUFFER

208: CODING ROW OUTPUT SECTION

Fig. 3

204: CODING PARAMETER SELECTING SECTION

5 BLOCK 1, BLOCK 2, BLOCK 3, BLOCK M

301: BLOCK JOINT SECTION

Fig. 5

FREQUENCY COMPONENT

10 QUANTIZING STEP q

Fig. 8

SUB BAND

BLOCK NO.

15

Fig. 11

START

S1101: DETERMINE DIVIDING PATTERN

S1102: (SIZE OF BLOCK) $> S$?

20 S1103: DIVIDE BLOCK

S1104: GIVE K TO RESPECTIVE BLOCKS

S1105: LEAD OUT L

S1106: $L > L'$

S1107: REPLACE WHOLE CODE LENGTH, BLOCK INFORMATION AND CODE

25 ROW

END

S: SIZE OF BLOCK OF END CONDITION

L: WHOLE CODE LENGTH OF SUB BANDS

L': WHOLE CODE LENGTH STORED IN BUFFER 207